

BEST AVAILABLE COPY



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 37 29 780 A 1

⑯ Int. Cl. 5:
F 42 B 1/02

DE 37 29 780 A 1

⑯ Aktenzeichen: P 37 29 780.5
⑯ Anmeldetag: 5. 9. 87
⑯ Offenlegungstag: 19. 5. 93

⑯ Anmelder:
Battelle-Institut e.V., 6000 Frankfurt, DE

⑯ Erfinder:
Poeschel, Eva, Dr., 6232 Bad Soden, DE; Winter,
Heinrich, Dr., 6236 Eschborn, DE; Grünthaler,
Karl-Heinz, Dr., 6390 Usingen, DE; Schildknecht,
Manfred, Dr., 6382 Friedrichsdorf, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren zur Steigerung der Eindringleistung von P-Ladungen durch Optimierung des Werkstoffes der
Einlage

⑯ Einlagen für projektilbildende Ladungen werden aus Verbundwerkstoffen unter Verwendung von Wolfram hergestellt. Dabei wird das Wolfram in Form von dünnen Folien, Drahtnetzen oder Körnern in eine Matrix aus Bindemetall, bestehend aus den Metallen Cu, Ni, Co, Fe oder Pa eingelagert. Die Art der Formgebung des Wolframs sorgt zusammen mit den Eigenschaften der Bindemetalle für eine hinreichende Duktilität des Verbundes. Vorteilhafte Verfahren zur Herstellung des Verbundes werden angegeben.

DE 37 29 780 A 1

Beschreibung

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Steigerung der Eindringleistung von projektilbildenden Ladungen (P-Ladungen). P-Ladungen sind Sprengladungsanordnungen, bei denen durch die Detonation des Sprengstoffes aus einer metallischen Belegung ein zusammenhängendes Projektil hoher kinetischer Energie gebildet wird. Der derzeitige Stand der Technik ist in der Veröffentlichung "Projektilbildende Ladungen" von Gustav Adolf Schröder, Ulrich Hornemann und Klaus Weimann im Jahrbuch der Wahrtechnik 16, Bernard & Graefe Verlag, Koblenz, 1986, beschrieben. Die Sprengladung besteht im allgemeinen aus einem zylindrisch geformten Sprengstoff 1 mit einer zur Zylinderachse senkrechten Abschußfläche, in die zentral die Zündkapsel 2 eingesetzt ist. Die dem Ziel zugewandte Seite wird von der Metallbelegung begrenzt, die bei projektilbildenden Ladungen die Form eines Flachkegels mit einem Spitzwinkel von mehr als 140° C oder der Form einer Kalotte 3 aufweist. Die Geschwindigkeit des gebildeten Projektils ist im wesentlichen vom Verhältnis der Masse des Belegungselementes zur Masse der hinter dem Element stehenden Sprengstoffmenge abhängig und wird näherungsweise durch die Gurney-Formel beschrieben $V_1 = A/\mu + k$.

A ist die spezifische Energie des Sprengstoffs charakterisierende Größe, während K die Ladungskonfiguration berücksichtigt. μ ist die Masse des Bewegungselementes.

Nach dieser Formel wird die Geschwindigkeit des Projektils um so höher, je dünner die Belegung ist.

Auf der anderen Seite ist jedoch zu bedenken, daß die Wirkung eines so gebildeten Projektils im Ziel von der kinetischen Energie $\frac{m}{2} V^2$ abhängt. Da die Optimierungsmöglichkeiten von Ladungskonfiguration und Form der Einlage inzwischen weitgehend ausgeschöpft ist, bleibt für die Erhöhung der Wirkung im Ziel vor allem die Möglichkeit, Material höherer Dichte als Einlage zu verwenden und damit das $\frac{m}{2} V^2$ zu erhöhen. In der deutschen Patentschrift 29 13 103 wird dementsprechend eine Einlage beschrieben, die als einer Legierung besteht, die mindestens 20% Tantal enthält und eine Dichte aufweist, die größer ist als diejenige des Kupfers.

Ziel der hier beschriebenen Erfindung ist die Steigerung der Eindringleistung von den Projektilen durch eine Anhebung der Dichte des für die Einlage eingesetzten Werkstoffes, bei möglichst hoher Duktilität sowie guter Festigkeit im Temperaturbereich bis ca. 500° C.

Bei der Auswahl geeigneter Metalle hoher Dichte von mehr als etwa 19 g/cm^3 kommen die Edelmetalle aus Preisgründen nicht in Betracht; sieht man von der Verwendung von abgereichertem Uran ab, so bleibt nur das Wolfram übrig. Bei reinem Wolfram ist jedoch die geringe Duktilität bei Raumtemperatur ein Problem. Auf fehlende Duktilität ist es wahrscheinlich zurückzuführen, daß die in der oben genannten Patentschrift erwähnten Versuche mit einer wolframhaltigen Einlage keine Verbesserung der Eindringtiefe gegenüber Kupfereinlagen aufwiesen.

Gegenstand der Erfindung ist daher die Entwicklung eines für die Herstellung von Einlagen in P-Ladungen geeigneten duktilen und festen Werkstoffes auf der Basis von Wolfram mit einer Dichte von mehr als 14 g/cm^3 . Erfindungsgemäß wird das Problem durch die Herstellung eines Verbundwerkstoffes auf der Basis von Wol-

ram gelöst. Die Erfindung nach Anspruch 1 beruht auf der Beobachtung, daß dünne Wolframfolien gemäß Anspruch 2 oder dünne Wolframdrähte gemäß Anspruch 5 gegenüber kompakteren Wolframkörpern eine für den Verwendungszweck hinreichende Duktilität aufweisen. Erfindungsgemäß wird der Verbund der Folien oder Drähte zu Formstücken hinreichender Wandstärke gemäß den Ansprüchen 2, 3, 4 und 8 durch Zwischenschichten aus duktilen Metallen z. B. auf der Basis von Kobalt oder Nickel hergestellt.

Diese Bindemetalle können entweder in Form von Folien zwischen die Wolframfolien oder Netze gelegt werden oder nach einem der üblichen Beschichtungsverfahren auf die Oberfläche des Wolframs aufgebracht werden. Der endgültige Verbundwerkstoff entsteht dann aus Verdichten unter hohem Druck der so hergestellten Pakete.

Weiterhin können auch Wolframkörner gemäß Anspruch 10 in eine Matrix aus einem duktilen Metall eingelagert werden, wobei allerdings eine kritische Korngröße von 50μ nicht überschritten werden sollte. Die Wolframkörner können zunächst mit einer Schicht des Bindemetalls umhüllt und dann unter Druck zu dichten Formkörpern verarbeitet werden. Ein anderer Herstellungswege für den Verbundwerkstoff besteht darin, Wolframpulver und Püller des Bindemetalls zu mischen und diese Mischung dann zu verpressen.

Schließlich kann der Verbundwerkstoff auf der Basis von Granulaten hergestellt werden, bei denen infolge des Herstellungsverfahrens die Legierungselemente bereits in jedem Granulatkern in feindisperser Mischung vorliegen. Als Ausgangsstoffe für die Herstellung der Granulate eignen sich Wolframate des Bindemetalls oder Mischungen von Ammoniummetawolframat und einem Salz des Bindemetalls z. B. NiSO_4 . Beispiel 5 beschreibt, wie aus diesen Ausgangsstoffen Legierungen hergestellt werden, bei denen die Korngröße der Teilchen von Wolfram und Bindemetalle auf Werte von unter $1 \mu\text{m}$ reduziert werden kann.

Im folgenden werden die Verfahren zur Herstellung von Einlagen für P-Ladungen aus diesen duktilen Verbundwerkstoffen auf der Basis von Wolfram anhand von Beispielen näher beschrieben.

Beispiel 1

Duktile Wolframfolien mit einer Dicke von 25 bis $200 \mu\text{m}$ wurden auf galvanischen Wege, etwa in einem Watt'schen Bad, mit Nickel in einer Dicke von 2,5 bis $80 \mu\text{m}$ überzogen; aus diesen Folien wurden Ronden mit einem Durchmesser von etwa 100 mm ausgestanzt. Zur Herstellung einer Schale für eine P-Ladung von etwa 6 mm Dicke wurden dann ca. 150 Folien mit einer Dicke von ca. $40 \mu\text{m}$, entsprechend einer Wolframfolie einer Dicke von $30 \mu\text{m}$ mit einem beidseitigen Nickelüberzug von $5 \mu\text{m}$ Dicke, übereinander gestapelt und kalt mit einem Druck von 2 bis 3 kbar vorgepreßt; dieses Paket wurde in einen evakuierten Stahlblechbehälter eingebracht und heißisostatisch bei Temperaturen bis 1000°C unter einem Druck bis zu 2 kbar zu einer völlig dichten, kreisförmigen ebenen Platte gepreßt. Diese Platte wurde im Anschluß daran im Gesenk und/oder durch Fließdrücken zu einer schalenförmigen Einlage umgeformt.

Beispiel 2

Duktile Wolframdrähte mit einem Durchmesser von 15 bis $100 \mu\text{m}$ wurden zu einem engen Netz gewebt. Aus

diesem Wolframdrahtnetz wurden, Ronden mit einem Durchmesser von etwa 100 mm gestanzt; beim Übereinanderstapeln wurde auf jede Wolframdrahtnetzrunde eine Ronde aus Nickelfolie einer Stärke von 2,5 bis 40 μm eingelegt. Zur Erzielung eines besonders dichten Gefüges erwies es sich als Vorteil, das Wolframdrahtnetz vor dem Aussstanzen der Ronden zu walzen. Zur Herstellung einer Schale für eine P-Ladung von etwa 6 mm Dicke wurden dann ca. 200 Wolframdrahtnetzronden mit einer Wolframdrahtstärke von ca. 25 μm und ca. 200 Ronden einer Nickelfolie mit einer Dicke von etwa 15 μm übereinander gestapelt und kalt unter einem Druck von 2 bis 3 kbar vorgepreßt; das resultierende Paket wurde in einen evakuierten Stahlblechbehälter eingebracht und heißisostatisch bei Temperaturen bis 1000°C unter einem Druck bis zu 2 kbar zu einer dichten, kreisförmigen ebenen Platte gepreßt. Diese Platte wurde im Anschluß daran im Gesenk und/oder durch Fließdrücken zu einer schalenförmigen Einlage umgeformt.

Beispiel 3

Dicke Wolframräthe mit einem Durchmesser von 15 bis 100 wurden zu einem enggewebten Netz verarbeitet. Aus diesem Wolframdrahtnetz wurden Ronden von etwa 100 mm Durchmesser gestanzt. Diese Ronden wurden in einen aus Wolframpulver und einem organischen Lösungsmittel hergestellten Schlicker getaucht und getrocknet. Zur Herstellung einer schalenförmigen 30 Einlage von etwa 6 mm Wandstärke wurden dann etwa 150 Ronden (bei einem Wolframdrahtdurchmesser von etwa 300 μm) übereinander gestapelt und kalt unter einem Druck von etwa 3 kbar vorgepreßt. Das resultierende Paket wurde in einen evakuierten Stahlblechbehälter eingebracht und bei Temperaturen bis 1000°C unter einem Druck von bis zu 2 kbar zu einer dichten, kreisförmigen ebenen Platte gepreßt. Diese Platte wurde im Anschluß daran im Gesenk und/oder durch Fließdrücken zu einer schalenförmigen Einlage umgeformt. 40

Beispiel 4

Feinkörniges (Korngröße $\leq 10 \mu\text{m}$) Wolframpulver (90 Gew.-%) wurde mit Kuperpulver (7. Gew.-%) und 45 Nickelpulver (3 Gew.-%) vermengt und unter einem Druck von ca. 2 bis 5 kbar zu Scheiben einer Dicke von etwa 9 mm kalt vorgepreßt und unter Schutzgas bei etwa 800°C vorgesintert. Die vorgesinterten Scheiben wurden dann in Stahlblech eingemantelt und evakuiert. Durch isostatisches Heißpressen bei Temperaturen um 1200°C und einem Druck von etwa 2 kbar resultierten dichte (17 g/cm³) und feste (79 kp/mm²) Scheiben mit einer Dicke von 6,5 mm, welche dann im Gesenk und/oder durch Fließdrücken zu schalenförmigen Einlagen 55 für P-Ladungen verarbeitet wurden.

Beispiel 5

Die besten Resultate (Dichte 17,5 g/cm³, Zugfestigkeit 120 kp/mm² und Dehnung 23%) wurden durch Verarbeitung von Pulvern erzielt, welche durch Wasserstoff-Reduktion von Wolframat des Bindemetall, etwa Nickelwolframat, oder durch Co-Reduktion von Ammoniummetawolframat und einem Salz des Bindemetall, wie Nickelsulfat gewonnen wurden. Das Nickelmetawolframat $\text{Ni}_6\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40}$ kann mit Wasserstoff direkt zu einem Pulver aus sehr feinen Wolfram- und Nickel-

teilchen einer Korngröße von weit unter 1 μm reduziert werden. Zur Herabsetzung des Nickelanteiles kann dieses Pulver mit feinen Wolframpulvern vermischt werden. Aus gemeinsamen Lösungen von Wolframsalzen wie Ammoniummetawolframat und Salzen des Bindemetall, wie NiSO_4 lassen sich insbesondere durch Zerstäuben bei Temperaturen von etwa 800°C zu einem Aerosol feine Partikel aus homogen ineinander verteilten Salzen der Legierungskomponenten herstellen, welche bei Temperaturen von 950 bis 1200°C im Wasserstoffstrom zum Metall reduziert werden. Diese Pulver weisen eine derart hohe Sinteraktivität auf, daß ein Festphasensinterrt möglich wird.

Aus einem auf die oben beschriebene Weise hergestellten Pulver aus extrem feinen Wolframteilchen und ähnlich feinen Nickelteilchen, welche homogen ineinander verteilt sind, wurde durch Kaltpressen ein scheibenförmiger, runder Formkörper mit einem Durchmesser von 100 mm hergestellt. Die Gründicke lag bereits bei 20 etwa 12 g/cm³. Dieser Formkörper wurde in einen evakuierten Stahlblechbehälter eingebracht und anschließend heißisostatisch bei Temperaturen bis zu 1000°C unter einem Druck von bis zu 2 kbar gepreßt. Diese Scheibe wurde dann im Gesenk und/oder durch Fließdrücken zu einer schalenförmigen Einlage für eine P-Ladung umgeformt. 25

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steigerung der Eindringleistung von projektilbildenden Ladungen (P-Ladungen) bestehend aus einer vorwiegend zylindrischen Sprengladung (1), begrenzt auf einer Seite durch eine senkrecht zur Zylinderachse orientierten kreisförmigen Fläche, in deren Zentrum die Zündkapsel (2) angebracht ist und einer stumpfkegeligen oder karottenförmigen metallischen Einlage (3) an der anderen Endfläche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einlagen aus einem Verbundwerkstoff auf der Basis von Wolfram hergestellt werden, der eine Dichte von mindestens 14 g/cm³, eine Zugfestigkeit bei 500°C von mindestens 50 kp/mm² und eine Dehnung unter gleichen Bedingungen von mindestens 20% aufweist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbundwerkstoff auf der Basis von Wolfram aus Lagen von Wolframfolien im Dickenbereich von 25 bis 200 μm hergestellt wird, die beidseitig mit einem Bindemetall auf der Basis von Kupfer, Nickel, Kobalt, Eisen oder Palladium mit einer Dicke von 2,5 bis 80 μm beschichtet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbundwerkstoff auf der Basis von Wolfram aus Lagen von Wolframfolien im Dickenbereich von 25 bis 200 μm hergestellt wird und zwischen die Wolframfolien Folien aus den Bindemetallen Kupfer, Nickel, Kobalt, Eisen oder Palladium eingelegt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Wolframfolien auf elektrochemischem oder stromlosem Weg mit dem Bindemetall beschichtet werden oder die Abscheidung aus der Gasphase nach dem CVD-Verfahren erfolgt (Chemical Vapor Deposition).

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbundwerkstoff auf der Basis von Wolfram aus Lagen von Wolframdrahtnetzen aufgebaut wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Wolframdrahtnetze mit einem Drahtdurchmesser von 15 bis 100 μm mit einem Bindemetall auf der Basis von Kobalt, Nickel, Kupfer, Palladium oder Eisen beschichtet werden oder das Bindemetall in Form von Folien oder Pulvern in solchen Mengenverhältnissen eingebracht wird, daß sich die Mindestdichte nach Anspruch 1 ergibt.

7. Verfahren nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erhaltung der Rotationssymmetrie die Lagen aus Wolframdrahtnetzen in unterschiedlicher Orientierung miteinander kombiniert werden.

8. Verfahren nach Anspruch 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagen aus Wolframfolien oder Wolframdrahtnetzen mit den Schichten oder Folien aus Bindemetall, kompaktiert und durch Pressen, vorzugsweise durch kaltisostatisches Pressen und/oder heißisostatisches Pressen zu Einlagen für P-Ladungen weiterverarbeitet werden.

9. Verfahren nach Anspruch 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbundwerkstoff aus Lagen von Wolframdrahtnetzen und Wolframpulver, dessen Körner mit Kobalt, Nickel, Kupfer, Palladium oder Eisen als Bindemetall umhüllt sind, kompaktiert und anschließend auf sprengtechnischem Wege verdichtet wird.

10. Verbundwerkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dieser aus Wolframkörnern einer Korngröße von weniger als 50 μm besteht, welche in einer Matrix auf der Basis von Kupfer, Kobalt, Nickel, Eisen oder Palladium eingebettet sind.

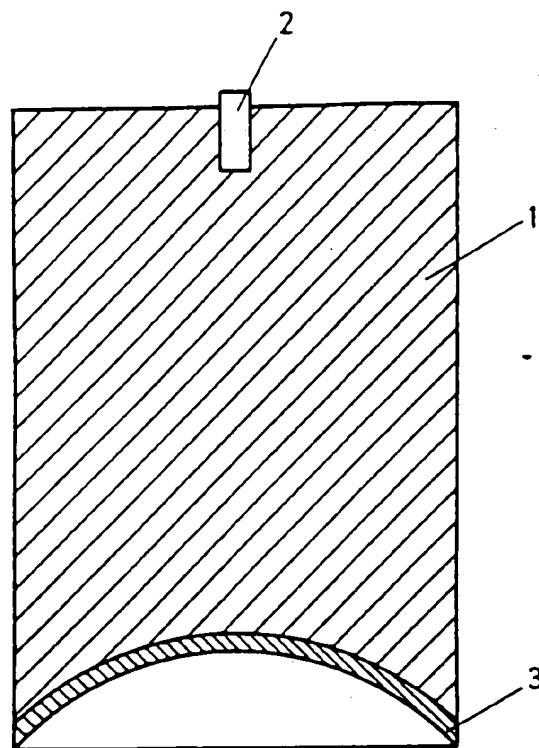
11. Verfahren zur Herstellung des Verbundwerkstoffes nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß Wolframkörner mit einer Korngröße von weniger als 50 μm elektrochemisch stromlos oder durch Abscheiden aus der Dampfphase (CVD) mit einem Bindemetall auf der Basis von Kupfer, Nickel, Kobalt, Eisen oder Palladium beschichtet werden und im Anschluß daran auf pulvermetallurgischem Wege, insbesondere durch kalt- und/oder heißisostatisches Pressen zu dichten und duktilen Formkörpern verarbeitet werden.

12. Verfahren nach Anspruch 1 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Wolframpulver einer Korngröße von weniger als 50 μm mit einem Pulver einer Korngröße von weniger als 30 μm des Bindemetalls vermischt wird und dieses Gemisch zu Formkörpern verpreßt wird, welche im Anschluß daran bei Temperaturen um den Schmelzpunkt des Bindemetall es zu dichten Formkörpern gesintert werden.

13. Verfahren nach Anspruch 1 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbundwerkstoff auf der Basis von Granulaten hergestellt wird, die durch Wasserstoff-Reduktion von Wolframaten des Bindemetall es, wie Nickelwolframat $\text{Ni}_3\text{H}_2\text{W}_12\text{O}_{40}$ oder durch CO-Reduktion von Wolfranylverbindungen, wie Ammoniummetawolframat mit Anteilen an Verbindungen des Bindemetall es, wie NiSO_4 hergestellt oder durch Sprührocknung von wäßrigen Lösungen dieser Verbindungen und gemeinsamer Reduktion im Wasserstoffstrom in einer Größe von etwa 50 μm hergestellt werden, aus welchen durch Kaltpressen Körper mit einer Dichte von mehr als 8 g/cm^3 entstehen, die nach dem Sintern unter Wasserstoff oder Stickstoff bei Temperatu-

ren unterhalb der Schmelztemperatur des Bindemetall es zu dichten, hochfesten und hochduktilen Einladungen für P-Ladungen verarbeitet werden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen



102-300

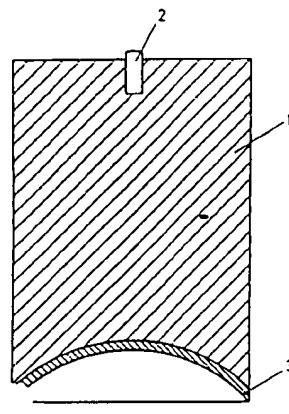
AU 2204 49305

DE 00 29780 A1
MAY 1993

93-168340/21 BATTELLE-INST EV 87.09.05 87DE-3729780 (93.05.19) F42B 1/02 Increasing the penetration of projectile shaped charges - Involves using tungsten-based, and therefore denser, projectile casing to give increased projectile kinetic energy and higher penetration capacity C93-075065 Addnl. Data: POESCHEL E, WINTER H, GRUENTHALER K, SCHILDKNACHT M	K03 BATT 87.09.05 DE. 3729780-A1	K(3-A2) therefore higher penetration capacity. EMBODIMENTS The casing (3) of the P-charge is of a tungsten base combined with other more ductile metals such as copper, nickel, cobalt, iron or palladium. The combination can be carried out in a number of ways. (1) Tungsten foil of thickness 25 to 200 (μ) mum is coated with one of two binding metals (e.g. copper) with a thickness of 2.5 to 80 mum. This is carried out by an electro-chemical or chemical-vapour deposition method. The resulting foil is then compressed together, preferably isothermally at either a hot or cold temperature. Finally it is shaped to the desired form. (2) Tungsten wire netting or gauze of diameter 15 to 100 mum is used instead of foil. The rest of the process is as above in (1). (3) Tungsten powder of diameter less than 50 mum is coated with one of the above binding metals and then processed as above in (1). (4) Tungsten powder of diameter less than 50 mum is combined with binding metal powder granules of less than 1 DE3729780-A+
---	--	---

© 1993 DERWENT PUBLICATIONS LTD.
14 Great Queen Street, London WC2B 5DF
US Office: Derwent Inc., 1313 Dolley Madison Boulevard,
Suite 401 McLean, VA22101, USA
Unauthorised copying of this abstract not permitted

30 μ m, the two are then sintered together.
(5) Tungsten powder granules are used as the basis for hydrogen or carbon monoxide reduction to form chemical compounds containing tungsten and also the required binding metal. (5pp2363RBHDwgNo1/1).



DE3729780-A

© 1993 DERWENT PUBLICATIONS LTD.
14 Great Queen Street, London WC2B 5DF
US Office: Derwent Inc., 1313 Dolley Madison Boulevard,
Suite 401 McLean, VA22101, USA
Unauthorised copying of this abstract not permitted

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.